culm. a cera (culmen a cera): Länge der Firste wie vorher, aber von dem vorderen Rande der Wachshaut an gemessen.

t. (tarsus): Länge des Laufs von der hinteren Gelenkvertiefung zwischen Lauf und Unterschenkel (Fersengelenk) bis zur oberen Gelenkvertiefung zwischen Mittelzehe und Lauf, bezw. bis zum unteren Rande des letzten Tarsalschildes gemessen.

tib. n. (tibia nuda): Länge des unbefiederten Theils des Unterschenkels längs dessen Vorderseite vom unteren Ende der Schenkelbefiederung bis zur vorderen Gelenkvertiefung zwischen Lauf und Unterschenkel gemessen.

d. I, d. II, d. III und d. IV (digitus primus, secundus, tertius und quartus): Länge der betr. Zehe einschliesslich der Kralle vermittelst eines Zirkels in gerader Linie vom Gelenk bis zur Krallenspitze gemessen.

d. I s. u., d. II etc., s. u. (digitus primus etc. sine ungue): Länge der betr. Zehe ohne Kralle.

u. d. I, etc. (unguis digiti primi, etc.): Kralle der betr. Zehe vermittelst eines Zirkels in gerader Linie von dem Rande des letzten Zehenschildes bis zur Krallenspitze gemessen.

a. c. dist. (alae et cauda distantia): Abstand der Flügelspitze von dem Schwanzende, mit einem vorgesetzten + Zeichen, wenn die Flügelspitze das Schwanzende überragt.

Ueber den Einfluss des Windes auf den fliegenden Vogel.

Von

Dr. Karl Müllenhoff.

Gar mannigfache Schwierigkeiten stehen einer genauen Beobachtung des Vogelfluges und einer rechnungsmässigen Erklärung dieser Bewegungsart entgegen. Die directe Beobachtung mit blossem Auge liefert uns nur sehr unvollständige und sehr wenig zuverlässige Bilder von der Flugbewegung. Nur allzurasch entschwindet der flüchtige Vogel aus unserem Gesichtsfelde, nur vereinzelte Flügelschläge lässt er uns erhaschen, nur undeutlich sehen wir selbst den bei günstigster Beleuchtung und dicht vor unserem Auge sich vollziehenden Flügelschlag. Die Schnelligkeit des Vorganges und die grosse Mannigfaltigkeit der ihn zusammen-

setzenden Einzelbewegungen macht eine jede klare Auffassung der Einzelheiten unmöglich.

Eine zweite Schwierigkeit bietet die Berechnung des beim Fluge wirkenden Luftwiderstandes. Schon bei ebenen Flächen und bei fortwährend gleicher Stärke der Luftströmung ist die Feststellung der Grösse des Winddruckes in den Fällen mit mancherlei Unsicherheiten verbunden, wenn die Fläche, anstatt senkrecht, unter irgend einem spitzen Winkel getroffen wird. Die Unsicherheiten wachsen, wenn die Fläche einfach gekrümmt ist, noch mehr, wenn sie eine doppelte und mehrfache und unregelmässige Krümmung besitzt, und wenn gar eine solche mehrfach und unregelmässig gekrümmte Fläche, wie sie der Vogelflügel darstellt, bald von der einen, bald von der andern Seite her von der Luft getroffen wird und dazu noch die Geschwindigkeit der Luftbewegung fortwährend wechselt, so werden die Schwierigkeiten, die einer genauen mathematischen Berechnung der Widerstände entgegenstehen, immer grösser.

Und kaum weniger als die Unvollkommenheiten der directen Beobachtung und die Complicirtheit der beim Fluge zur Wirkung gelangenden Luftwiderstände hat ein dritter Umstand den Fortschritt des Verständnisses für die Mechanik der Flugbewegung aufgehalten, nämlich die Zähigkeit mit der sich von Alters her überkommene Irrthümer über das Verhältniss des fliegenden Vogels zum Winde erhalten haben. Durch die chronographischen Methoden Marey's und die Anwendung der Momentphotographie hat man die Unvollkommenheiten der directen Beobachtung mit blossem Auge auszugleichen gewusst, durch physikalische Experimente hat man über den Luftwiderstand immer genauere und vielseitigere Ermittelungen angestellt, in beiden Fällen gelangte man durch die verbesserten Methoden der Untersuchung zur Feststellung sehr zahlreicher neuer Beobachtungsthatsachen, man vermochte es aber vielfach nicht, die alten auf unvollkommener Beobachtung beruhenden Vorstellungen bezüglich der Beeinflussung des fliegenden Vogels durch den Wind abzustreifen und deshalb wurden immer wieder von Neuem bald die Beobachter zu falschen Ergebnissen geführt, bald aus den an sich richtigen Beobachtungen irrige Schlüsse gezogen, immer wieder wurde das klare Verständniss für die Mechanik der Bewegungen aufgehalten.

Der auf der Erde sitzende Vogel fühlt den Wind, der über den Erdboden hinstreicht, wie jedes andere auf der Erde befind-

liche Thier. Er setzt sich im Allgemeinen so, dass er dem Winde die Stirn bietet. Dadurch vermeidet er ein Aufblähen der dem Körper anliegenden Federn und sichert sich zugleich die Möglichkeit jederzeit sofort auffliegen zu können.

Beim Auffliegen nehmen alle Vögel den Schnabel gegen den über den Erdboden hinstreichenden Wind. Man kann daher aus der Richtung, welche die Vögel ihrem Körper im Momente des Auffliegens geben, mit Sicherheit auf die an der Erdoberfläche vorhandene Luftbewegung schliessen. Im Uebrigen sind je nach der Stärke des Windes und dem Bau der Flugorgane des Vogels die Bewegungen, welche das Thier beim Auffliegen ausführt, ziemlich verschieden.

Ist der Wind sehr kräftig, so breiten gute Flieger, z. B. die Möven einfach ihre Flügel aus und lassen sich, indem sie im Wasser eine Schwimmstossbewegung, auf dem Lande einen Sprung ausführen vom Winde senkrecht von der Wasseroberfläche oder dem Erdboden emporheben und machen erst dann ihren ersten Flügelschlag.

Bei schwächerem Winde können selbst die fluggewandten Möven das Auffliegen nicht in so müheloser Weise bewerkstelligen, sie müssen vielmehr durch Vorwärtslaufen, andere durch Vorwärtshüpfen eine stärkere relative Luftbewegung an ihrem Körper entlang hervorrufen, bevor sie ihre Flügel gebrauchen können.

Je schwächer der Wind ist, desto schneller müssen im Allgemeinen die Vögel laufen und bei vollständiger Windstille kann selbst das schnellfüssige Rebhuhn so schwer auffliegen, dass es lieber den Jäger dicht an sich herankommen lässt. Störche und Kraniche laufen bei Windstille ehe sie vom Boden auffliegen eine ziemlich grosse Strecke rasch vorwärts und machen mehrere Sprünge, die sich immer höher von der Erde erheben. Aehnlich verhalten sich auch Raubvögel, die sich auf ebenen Boden gesetzt haben; auch sie bedürfen eines freien Feldes zum Anlauf, wie u. a. die bei den Chilenen übliche Methode zum Fangen des Condors beweist.

Bekannt ist, dass viele Vögel, die bei windstiller Luft nur schwer vom ebenen Boden auffliegen können, sich am liebsten auf hohe Bäume, steile Felsen, Dächer und andere Stellen setzen, von denen sie sich herabstürzen können. Anstatt durch den Lauf in der Horizontalen erzeugen sie dann durch den Fall, durch den Sturz aus der Höhe eine rasche Bewegung der Luft an ihrem Körper vorbei und erheben sich auf diesem Luftstrome.

Oft ist, damit das Thier auffliegen kann, die Erreichung einer sehr bedeutenden Fallgeschwindigkeit, also auch ein sehr weiter Fall erforderlich. Ein Mauersegler kann, wie Versuche zeigten, in windstiller Luft nicht auffliegen, wenn man ihn nur 2 Meter tief fallen lässt, wohl aber, wenn man ihn 10 Meter tief hat fallen lassen oder ihn im kräftigen Wurfe horizontal über den Boden hin fortschleudert.

In allen diesen Fällen bedarf, das lässt sich leicht erkennen, der Vogel einer raschen Bewegung der Luft, die an seinem Körper von vorn nach hinten entlang streicht; diese Bewegung, die „relative Luftbewegung", wird benutzt von der Möve, welche der Sturm von der Wasseroberfläche emporhebt und von dem Reiher, der mit kühnem Kopfsprunge über den Rand seines Horstes setzt, sie wird benutzt von dem Storche, der erst, nachdem er im raschen Laufe über die Wiese hingestürmt ist, emporfliegen kann, und von dem Mauersegler, der sich von grosser Höhe senkrecht herabstürzt und dann plötzlich im jähen Aufsteigen den Blicken entschwindet. In allen diesen Fällen erkennen wir aber auch, dass der Vogel beim Auffliegen den über den Erdboden hingleitenden Wind für seine eigene Erhebung benutzen kann.

Dieses ändert sich nun aber mit einem Male sobald der Vogel den Boden verlassen hat; zugleich ändert sich das Verhältniss, in dem der Vogel zum Erdboden steht. Der feste Boden dient dem Vogel als Stützpunkt sowohl beim Sitzen wie in dem Momente, wo er zum Fluge emporspringt. Sobald nun aber der Vogel den Erdboden verlassen hat, verliert er diesen Stützpunkt; von dem Augenblicke an, wo er seine Flügel zum wirklichen Fluge verwendet, findet er seinen Stützpunkt ausschliesslich in der ihn umgebenden Luftmasse. In ihr fliegt er je nach der Art der Bewegung seiner Flügel bald rascher bald langsamer vorwärts, in ihr hebt und senkt er sich. Bei allen diesen Bewegungen ist der Vogel von dem unter ihm befindlichen festen Erdboden ganz unabhängig; nur auf die Luft sind daher alle die verschiedenen Bewegungen des fliegenden Vogels zu beziehen.

Der Wind wird gefühlt von dem auf dem Erdboden sitzenden Vogel, denn der über den Erdboden hinstreichende Luftstrom gleitet ja an dem Körper des auf der Erde sitzenden Thieres entlang. Der Wind kann vom auffliegenden Vogel als Hülfsmittel verwendet werden, um sich vom Erdboden zu erheben. Sobald aber der Vogel aufgeflogen ist, verschwindet der über den Erdboden hinstreichende Wind für

das Gefühl des Thieres vollkommen, diese Luftbewegung ist dann nicht mehr im Stande dem fliegenden Vogel auch nur eine Feder zu kräuseln, noch weniger vermag sie den ganzen Vogel emporzuheben und in der Höhe zu erhalten; dagegen ertheilt sie ihm ihre eigene Bewegung und führt ihn (wenn wir von der durch die Flügelschläge bewirkten Eigenbewegung des Thieres absehen) mit ihrer eigenen Geschwindigkeit und in ihrer Richtung über den Erdboden hin. Der Vogel befindet sich also stets (von seiner durch die Flügelschläge bewirkten Eigenbewegung abgesehen) gegen die ihn umgebende Luft in absoluter Ruhe, es herrscht für den fliegenden Vogel stets absolute Windstille.

Der Vogel wird demgemäss durch den über den Erdboden hinstreichenden Wind in ganz ähnlicher Weise beeinflusst wie ein Luftballon. So lange der Luftballon durch Stricke und Sandsäcke an den Boden gefesselt ist, wird er durch den Wind von der Seite her eingedrückt und es wird ihm durch den Wind stets eine mehr oder weniger bedeutende Schrägstellung (nach der Leeseite hin) ertheilt; der die Gondel besteigende Luftschiffer fühlt natürlich, so lange der Ballon noch gefesselt ist, den über den Erdboden hinstreichenden Wind ebensogut, wie jeder Zuschauer. Sobald nun aber der Luftballon den Boden verlassen hat, nimmt die über die Erde hinstreichende Luftströmung ihn mit sich fort und ertheilt ihm ihre Bewegung, das heisst ihre Richtung und ihre Geschwindigkeit; dann hört das Vorbeiströmen der Luft am Ballon auf, dann rundet sich die Hülle nach allen Seiten ganz gleichmässig, die Gondel steht nicht mehr schräg zum Ballon, sondern hängt gerade unter ihm und der in der Gondel befindliche Luftschiffer empfindet nicht den geringsten Hauch irgend einer Luftbewegung, die über die Erde hinstreicht, der Luftschiffer befindet sich in einer vollkommenen Windstille, das heisst in einer Luft, die sich absolut nicht an ihm vorbeibewegt. Kaum je wird, wie es bereits Köppen in der Meteorologischen Zeitschrift I. p. 409 mit Recht hervorhebt, am Erdboden eine so vollständige Windstille gespürt, wie sie der Luftschiffer empfindet. Ganz gleichgültig, ob ein Luftstrom mit der Geschwindigkeit des stärksten Sturmes über den Erdboden hinbraust und den Ballon mit gleicher Geschwindigkeit mit sich führt, oder ob über der Erde todte Windstille herrscht und also der Ballon ruhig über ein und demselben Punkte des Erdbodens steht, immer befindet sich der Ballon in einer ganz absoluten bewegungslosen Ruhe zu der ihn um-

gebenden Luft, es sei denn, dass er durch Auswerfen von Ballast oder Verlust an Gas Aenderungen in der Höhe erleidet.

Dem Luftballon vergleichbar wird auch der fliegende Vogel durch den über den Erdboden hinwehenden Wind bewegt; daneben geht nun aber beim Vogel noch stets eine zweite Bewegung her, die das Thier sich selbst ertheilt. Durch die Flügelschläge, die der Vogel während seines Fluges ausführt, treibt er seinen Körper gegen die umgebende Luft vorwärts, zugleich erhebt er durch die Flügelschläge seinen Körper in die Höhe und erhält ihn in der erreichten Höhe. Sieht man bei der Betrachtung der Flugbewegung von dem Theile der Thätigkeit des Thieres ab, der für die Erreichung und Erhaltung der Höhe erforderlich ist, und fasst nur die Horizontalbewegung ins Auge, so lässt sich der fliegende Vogel in ganz ungezwungener Weise mit einem Luftballon vergleichen, welcher durch eine kräftige Maschine bewegte Schraubenflügel besitzt und durch die Bewegung dieser Schraubenflügel eine Eigenbewegung gegen die ihn umgebende Luft erzielt. Ein derartiger zur Eigenbewegung befähigter oder wie man ihn gewöhnlich zu nennen pflegt „lenkbarer“ Luftballon ist zuerst von Renard & Krebs im Jahre 1884 erbaut worden; er unterscheidet sich thatsächlich vom fliegenden Vogel nur durch die Art, wie er die Höhe gewinnt und erhält. Während nämlich der Renard'sche Ballon die Aufwärtsbewegung vom Erdboden und die Erhaltung in der gewünschten Höhe durch sein geringes specifisches Gewicht erreicht, muss der Vogel seine Erhebung in der Verticalen und seine Erhaltung in der Höhe durch Flügelschläge bewerkstelligen.

Von diesem einen Unterschiede abgesehen zeigen der Renard'sche Ballon und der fliegende Vogel eine fast vollkommene Uebereinstimmung in ihrer Bewegung. Beide besitzen eine nach vorn gerichtete Eigenbewegung, d. h. sie bewegen sich in der sie umgebenden Luft activ vorwärts. Beide finden bei dieser Bewegung ihren Stützpunkt nur in der Luft und machen alle Bewegungen, welche die sie umgebende Luftmasse ausführt, mit, sie erleiden dadurch also eine passive Bewegung und diese kann, da sie in Richtung und Geschwindigkeit mit dem Winde übereinstimmt und im Gegensatz zur activen oder Eigenbewegung, kurzweg als die passive oder Windbewegung bezeichnet werden. Bei beiden setzt sich endlich aus der activen oder Eigenbewegung des Flugkörpers gegen die umgebende Luft und der passiven oder Windbewegung des Flugkörpers mit der umgebenden Luft die eigentliche Flug-

bewegung, die Ortsveränderung des Flugkörpers gegen den festen Erdboden zusammen. Beim Renard'schen Ballon sowohl wie auch beim Vogel ist es nothwendig scharf zu unterscheiden zwischen der activen Eigenbewegung, der passiven Windbewegung und der resultirenden Flugbewegung, zwischen Eigengeschwindigkeit, Windgeschwindigkeit und Fluggeschwindigkeit, sowie Eigenrichtung, Windrichtung und Flugrichtung.

Durch einfache Anwendung des Principes vom Parallelogramm der Bewegungen ist es leicht aus den gegebenen Richtungen und Geschwindigkeiten zweier Bewegungen die dritten Grössen gleicher Art zu berechnen. Es mögen indessen hier wenigstens einige der hauptsächlichsten Fälle eine kurze Besprechung finden.

Ist die Eigenbewegung des Vogels dem Winde genau entgegengesetzt gerichtet, so ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Thier über die Erde hinbewegt gleich der Differenz zwischen Eigengeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit. Immer kommt also der dem Winde entgegenfliegende Vogel langsamer vorwärts als beim Fluge in ruhiger Luft. Die von zahlreichen Beobachtern aufgestellte Meinung, der Vogel würde durch den entgegenkommenden Wind gefördert und getragen, der Voge benutze den ihm entgegenströmenden Wind bei seinen grossen Wanderungen, beruht auf einem Irrthum, der seinen Ursprung einerseits wohl darin hat, dass man die beim Auffliegen beobachteten Erscheinungen auf das in der Luft fliegende Thier übertragen hat, andererseits verführte in vielen Einzelfällen die sehr beliebte, immer aber sehr wenig glückliche Vergleichung des fliegenden Vogels mit einem „fliegenden“ Drachen zu verkehrten Anschauungen.

Im Allgemeinen lässt die Beobachtung eines Vogels, der dem Winde direct entgegenfliegt, erkennen, dass das Thier trotz des Windes vorwärts fliegt; das heisst also, die Eigengeschwindigkeit des Vogels ist im Ganzen grösser als die Windgeschwindigkeit. Im Gegensatze zum Vogel kann bekanntlich der Renard'sche Ballon nur eine geringe Eigengeschwindigkeit erreichen; er kann daher nur bei sehr schwachem Winde oder vollkommener Windstille wirklich fliegen, d. h. ein bestimmtes Ziel durch seine Eigenbewegung erreichen; bei jedem einigermassen kräftigen Winde treibt er stromabwärts, wenn seine Schraubenflügel auch noch so energisch arbeiten.

Ist die Eigengeschwindigkeit des Vogels der Windgeschwindig-

keit genau gleich, so „steht“ der dem Winde genau entgegenfliegende Vogel über einem und demselben Punkte des Erdbodens. Es ist dieses eine Art der Bewegung, die besonders beim Thurmfalken häufig beobachtet werden kann, von den meisten andern Vögeln dagegen nicht dauernd ausgeführt wird. Es bedarf keines besonderen Beweises, dass dieses „Stehen“ in der Luft z. B. bei einem Gegenwinde von 6 Meter Geschwindigkeit von Seiten des Vogels genau ebensoviel Aufwand an Arbeitsleistung beansprucht, als wenn das Thier bei Windstille mit einer Schnelligkeit von 6 Meter pro Sekunde über den Erdboden dahinfliegt; der Vogel wird daher nur dann Veranlassung haben in der Luft zu „stehen“, wenn er einen und denselben Punkt der Erdoberfläche längere Zeit genau beobachten will.

Seltener noch als das „Stehen“ in der Luft beobachtet man, dass der Vogel durch den Wind zurückgeworfen wird, indem er gegen einen Wind anarbeitet, dessen Schnelligkeit die Eigengeschwindigkeit des Vogels übertrifft. Verhältnissmässig noch am häufigsten ist diese eigenthümliche Erscheinung an den grossen Seedeichen unserer Nordseeküste zu beachten. Selbst die besten Flieger, Möven, Kiebitze und Regenpfeifer sieht man dort bei heftigem Winde oft vergeblich gegen die Luftbewegung ankämpfen und schliesslich in der Nähe des Erdbodens Schutz suchen vor dem Sturme. Sobald der Vogel sieht, dass der Wind ihn bei seinem Fluge rückwärts treibt, verändert er seine Flugrichtung; entweder lässt er sich dann rasch zur Erde nieder, wo der Wind weniger heftig ist, oder aber er wendet um und fliegt mit dem Winde auf ein Ziel zu, das er vor Augen hat und das er jetzt nicht nur bequemer und rascher, sondern auch sicherer erreichen kann.

In genau derselben Weise wie beim Fluge gegen den Wind die Fluggeschwindigkeit stets um die Windgeschwindigkeit kleiner ist als die Eigengeschwindigkeit, ist beim Fluge mit dem Winde die Fluggeschwindigkeit stets um die Windgeschwindigkeit grösser als die Eigengeschwindigkeit; mit anderen Worten: die beim Fluge mit dem Winde erhaltene Fluggeschwindigkeit ist gleich der Summe der Eigengeschwindigkeit plus der Windgeschwindigkeit. Unter allen Umständen fliegt also der Vogel, wenn er mit dem Winde fliegt, schneller als der Wind. Es ist demgemäss durchaus kein Grund vorhanden sich über die Schnelligkeit zu wundern, mit der der Vogel „selbst das schnellsegelnde Schiff überholt“. Auch das beste Segelschiff fährt langsamer als der Wind, auch der schlechteste Flieger fliegt vor dem Winde her. Dass in Reise-

beschreibungen und Lehrbüchern der Zoologie, ja sogar in manchen Specialschriften über das Leben der Vögel immer wieder die Beobachtung, dass der Vogel „selbst das schnellsegelnde Schiff überholt" als ein Beweis für die so oft behauptete enorme Schnelligkeit der Eigenbewegung des Vogels dargestellt wird, erweckt nicht gerade eine besonders hohe Meinung von der Fähigkeit der betreffenden Schriftsteller für die klare Auffassung einfacher physikalischer Verhältnisse. Einen fliegenden Vogel zu überholen würde nur ein Schiff im Stande sein von der Art des berühmten „Bugbear" (zu deutsch Popanz), von dem Admiral Werner in seinen Erinnerungen aus dem Seeleben die köstliche Geschichte erzählt, er habe vor dem Sturme her so rasch gesegelt, dass er alle paar Stunden beidrehen musste, um auf den Wind zu warten, weil er ihn regelmässig „ausgelaufen habe".

Die bei zahlreichen Schriftstellern hervortretende Unklarheit bezüglich des physikalischen Herganges der Flugbewegungen zeigt sich in besonders auffälliger Weise durch die in der ornithologischen Litteratur immer wieder von Neuem aufgestellte Behauptung, der Vogel könne nicht gut mit dem Winde fliegen, weil ihm sonst der Wind von hinten her die Federn aufsträube und dadurch den Flug behindere. Es wird dabei übersehen, dass der ringsum von Luft umgebene Vogel durch die Strömung derselben fortbewegt wird, dass er also durch den „Wind" nicht getroffen werden kann. Selbst wenn der Vogel sich keine Eigenbewegung ertheilte, würde ihm der Wind das Gefieder nicht im Geringsten sträuben können. Die Versuche der Flugbewegungen vermittelst der Annahme zu erklären, der Wind blähe die Federn auf, wenn er von hinten her den Vogel treffe, erinnern lebhaft an die Bestrebungen, den Luftballon durch Anbringung von Segeln lenkbar zu machen. Alle die schönen Segel die seit dem Jahre 1783 immer wieder von Neuem an Luftballons angebracht worden sind, konnten leider nichts nützen, da immer eins fehlt, der am Ballon vorbeistreichende Luftstrom.

Der Irrthum, der Wind könne den fliegenden Vogel von hinten treffen und könne ihm die Federn aufblähen, ist, wie eine genauere Ueberlegung leicht erkennen lässt, aus einer fehlerhaften Theorie auf rein deductivem Wege abgeleitet; er beruht hauptsächlich wohl darauf, dass man in oberflächlicher Weise Beobachtungen, die beim Sitzen eines Vogels auf der Erde angestellt waren, auf das fliegende Thier übertrug. Bestärkt ist man, wie die Litteratur

erkennen lässt, in dem Irrthum durch die an sich richtige und jederzeit auf freiem Felde leicht anzustellende Beobachtung, dass man viel häufiger Vögel gegen den Wind als mit dem Winde fliegen sieht. Die natürliche Erklärung für diese Erscheinung liegt darin, dass, um ein und dieselbe Strecke zu durchfliegen die Thiere gegen den Wind viel mehr Zeit brauchen als mit dem Winde; daher sehen wir bei der Beobachtung die Thiere, welche gegen den Wind anfliegen stets länger, und es entsteht naturgemäss der Eindruck, als wenn mehr Vögel gegen den Wind als mit demselben flögen.

Die grosse Geschwindigkeit, mit welcher der Vogel über den Erdboden hinschiesst, wenn er bei kräftigem Winde in der Richtung der Luftströmung fliegt, bewirkt natürlich, dass die Bewegung dem auf der Erde stehenden Beobachter ganz anders erscheint, als wenn der Vogel gegen den Wind an arbeitet. Setzen wir beispielsweise die Windgeschwindigkeit gleich 5 Meter pro Secunde (18 Kilometer pro Stunde), die Eigengeschwindigkeit einer Taube gleich 6 Meter pro Secunde (21,6 Kilometer pro Stunde) und die Zahl der Flügelschläge auf 5 in der Secunde, so folgt daraus, dass der Vogel, in der Windrichtung fliegend, eine Geschwindigkeit von 11 Meter pro Sekunde (39,6 Kilometer pro Stunde) erreicht, und dass er mit jedem Flügelschlage eine Strecke von 2,2 Meter durchfliegt. Wenn dasselbe Thier dagegen dem Winde entgegenfliegt, so erreicht es nur eine Geschwindigkeit von 1 Meter pro Secunde (3,6 Kilometer pro Stunde) und jeder Flügelschlag fördert es nur um 0,2 Meter. Im ersteren Falle erhält der Beobachter das Bild eines rasch und mühelos ungeheure Strecken durcheilenden Fluges, im zweiten Falle erscheint die Bewegung als ein mühseliges Rudern, bei dem das Thier kaum von der Stelle kommt. Und doch sind die Flügelschläge, die das Thier ausführt, in einem und im andern Falle genau die gleichen, sie werden im gleichen Rhythmus ausgeführt und das Gefühl, welches das Thier bei diesen Bewegungen von der Luft bekommt, ist in beiden Fällen dasselbe, nämlich das eines Luftstromes, der mit einer Geschwindigkeit von 6 Meter, der Geschwindigkeit der Eigenbewegung des Thieres, von vorn nach hinten an ihm vorbeistreicht.

Da die Windgeschwindigkeit im Allgemeinen in der Nähe des Erdbodens geringer ist als in bedeutender Höhe, so ergiebt sich von selbst, dass der Vogel, welcher der herrschenden Wind-

richtung entgegenfliegen will, sich mehr in der Nähe des Erdbodens halten wird, dass er dagegen, um in der Richtung des Windes rasch vorwärts zu kommen, eine umso grössere Höhe aufsuchen muss, je rascher er fliegen will. In der That beobachtet man auch, dass die Thiere ein derartiges Verfahren wählen und es ist leicht einzusehen, dass ein Vogel der in grosser Höhe einen in der Richtung des Fluges wehenden Luftstrom vorfindet, welcher 30 Meter in der Secunde zurücklegt, mit Hülfe dieses Windes und einer Eigengeschwindigkeit von nur 5 Meter eine Fluggeschwindigkeit von 35 Meter pro Secunde erlangt, dass er also pro Stunde 126 Kilometer zurücklegt und selbst die schnellsten Eisenbahnzüge weit hinter sich zurücklässt.

Es sind somit die grossen Fluggeschwindigkeiten, welche zumal bei Brieftauben häufig genug in einwandsfreier Weise festgestellt worden sind, weniger auf eine besonders schnelle Eigenbewegung der Flugthiere zurückzuführen, als auf eine kluge Benutzung günstiger Luftströmungen. Nicht riesige Muskelkraft ist es, was wir an den Vögeln zu bewundern haben, sondern die ausserordentlich ausgebildete Fähigkeit die für ihre beabsichtigte Flugrichtung günstigen Luftströmungen zu erkennen und auszuwählen. Zu diesem Zwecke dient den Vögeln vor Allem die Besonderheit ihres Auges, der mächtige Accommodationsapparat aus quergestreiften Muskelfasern; dieser Accommodationsapparat ermöglicht es ihnen, Schnelligkeit und Richtung ihres Fluges stets aufs Genaueste wahrzunehmen und je nach Bedürfniss abzuändern in dem sie ihre Eigenbewegungen den herrschenden Windrichtungen anpassen, so dass sie das erstrebte Ziel in raschester und mühelosester Weise erreichen. Durch den willkürlich bewegten Accommodationsapparat erhält der Vogel die ausserordentliche Sicherheit in der Abschätzung der Entfernungen, vermöge dieser Sicherheit beurtheilt er genau jede Aenderung in den Entfernungen, d. h. die Richtung und Geschwindigkeit seiner eigenen Bewegungen. Sie ist es auch, die ihn befähigt trotz eines von der Seite kommenden Windes geraden Weges auf sein Ziel loszufliegen.
